

石炭急速加熱コークス製造技術および廃プラスチック利用技術の研究

著者	加藤 健次
号	2
学位授与番号	3
URL	http://hdl.handle.net/10097/37897

氏 名	かとう けんじ
授 与 学 位	加 藤 健 次
学 位 記 番 号	博士（環境科学）
学 位 授 与 年 月 日	環博第3号
学位授与の根拠法規	平成17年3月25日
研究科，専攻の名称	学位規則第4条第1項
学 位 論 文 題 目	東北大学大学院環境科学研究科（博士課程）環境科学専攻
指 導 教 員	石炭急速加熱コークス製造技術および廃プラスチック利用技術の研究
論 文 審 査 委 員	東北大学教授 一田 守政
	主査 東北大学教授 一田 守政 東北大学教授 三浦 隆利
	東北大学教授 長坂 徹也 （工学研究科）

論文内容要旨

本研究は、コークス製造工程における主要な技術課題である石炭資源の高度有効利用技術の開発を目的として、NMR装置を使用した石炭構造解析技術を適用して、石炭急速加熱による新コークス製造技術を検討したものである。さらに、プラスチックと石炭の熱分解挙動に着目して、コークス炉を使用した廃プラスチックの化学原料化技術を検討したものである。

第1章では、まず、コークス製造工程が製鉄工程における石炭資源およびエネルギーの有効利用技術の観点から主要な工程であり、石炭資源有効利用技術および廃プラスチック有効利用技術が重要な課題であることを指摘し、次に、それらに関する従来研究の整理を通じて、コークス製造工程における石炭改質資源有効利用技術の開発と廃プラスチック有効利用技術の重要性を明確にした。

第2章と第3章では、石炭急速加熱コークス製造技術について、その石炭改質効果、コークス強度向上効果および石炭急速加熱処理によるコークス強度向上メカニズムを石炭の溶融性向上の観点から解析した。

第2章では、NMR試験装置を用いた in-situ で石炭の軟化溶融現象を解析する手法を開発し、急速加熱処理が石炭の粘結性に及ぼす影響を解析した。その結果、急速加熱処理によって石炭中の mobile 分量が増加して石炭の溶融性が向上することを示した。

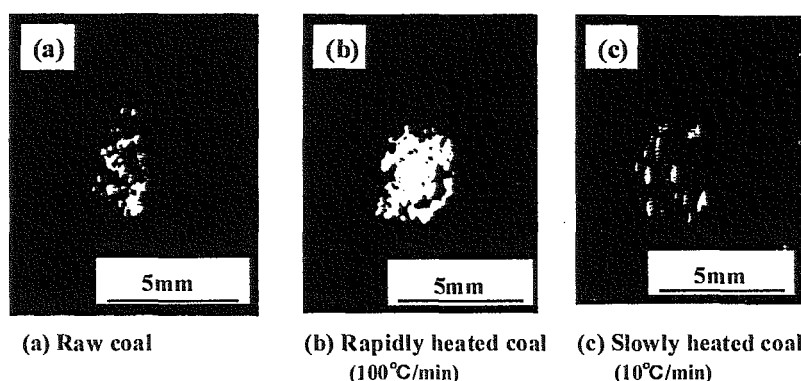


Photo. 1. in-situ NMR images of coal samples.

Table 1 Integrated values and average size about mobile component from NMR images.

Coal sample	mobile component (%)	Average size (μm)
(a) Raw Coal	17.1	55
(b) Rapidly heated coal (100°C/min)	20.9	78
(c) Slowly heated coal (10°C/min)	18.4	51

第3章では、実機規模のパイロットプラント試験設備を用いてSCOPE21プロセスの実証試験を行い、石炭急速加熱処理によってコークス強度が向上することを示した。パイロットプラント試験の結果から、SCOPE21プロセスでは、従来はコークス製造用の原料として多量に使用することが不可能であった非微粘結炭を50%配合しても強度の高い高炉用コークスを製造可能であるとの結論を得た。

第4と第5章では、廃プラスチックの熱分解挙動に着目して、コークス炉を使用した廃プラスチック利用技術について検討した。

第4章では、廃プラスチックを石炭に添加してコークス炉で乾留する場合の熱分解挙動に着目して、プラスチック添加が石炭の粘結性に及ぼす影響について検討し、ポリエチレ

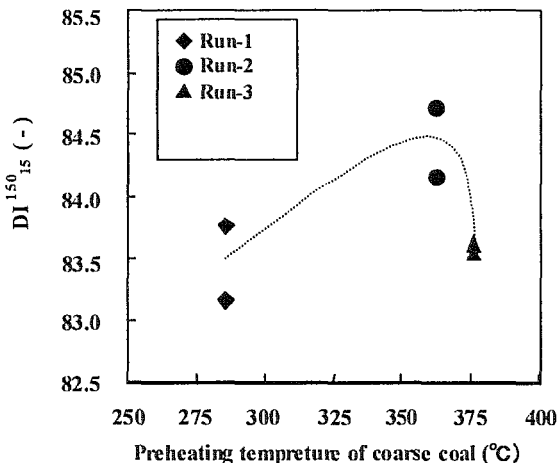


Fig.1. Effect of preheating temperature of coarse coal on DI^{150}_{15} .

ン添加は石炭の粘結性を低下させないが、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート、テレフタル酸は石炭の粘結性を低下させるため、コークス強度を低下させることを示した。

さらに、プラスチック粒度がコークス強度に及ぼす影響について検討し、コークス強度低下抑制および実機におけるハンドリング上の観点から、コークス炉で廃プラスチックをリサイクルするために適正な廃プラスチック粒度は 25mm であるとの結論を得た。

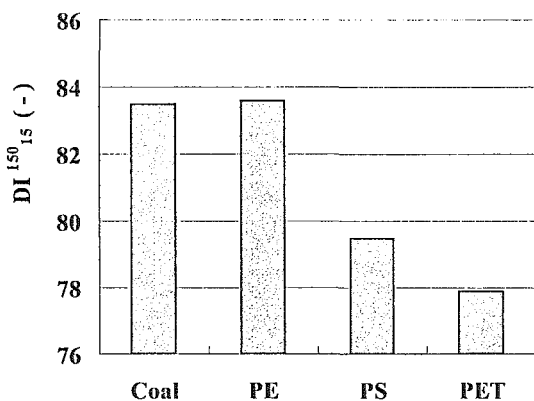


Fig. 3. Effect of plastic addition on DI^{150}_{15} .

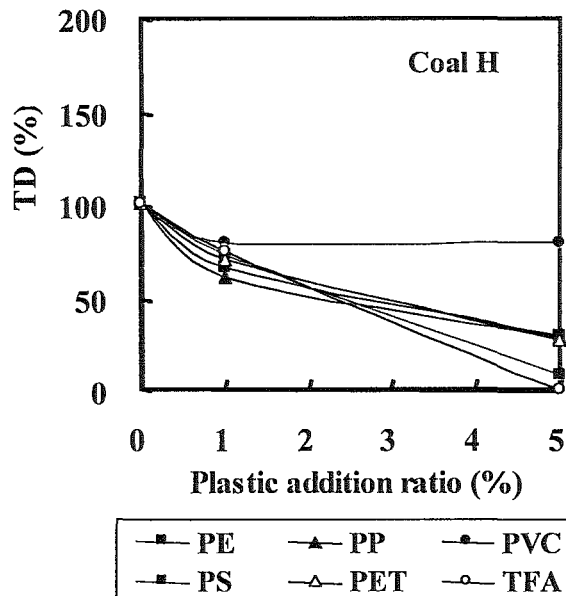


Fig.2. Effect of plastic addition on total dilatation.

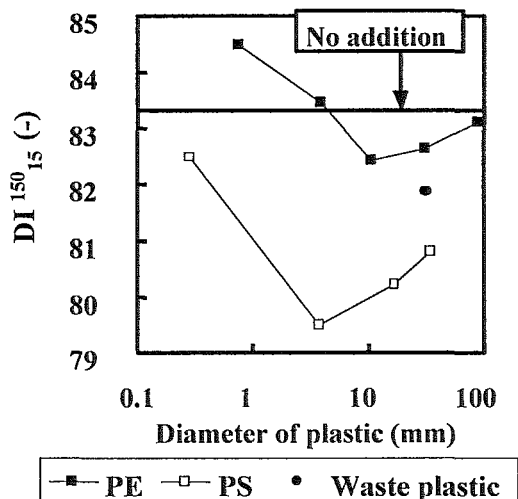


Fig. 4. Effect of added plastic size on DI^{150}_{15} .

第 5 章では、廃プラスチックを化学原料化としてリサイクルできる技術を検討した。その結果、コークス強度を低下させずに、塩素も処理できる「コークス炉化学原料化法」を開発し、実機化した。

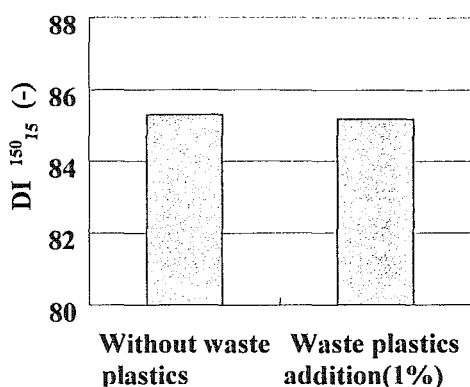


Fig. 5. Influence of waste plastics

addition on DI¹⁵⁰₁₅.

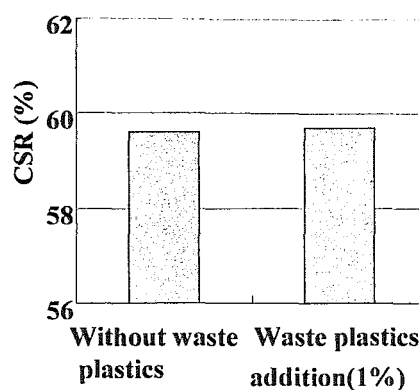


Fig. 6. Influence of waste plastics

addition on CSR.

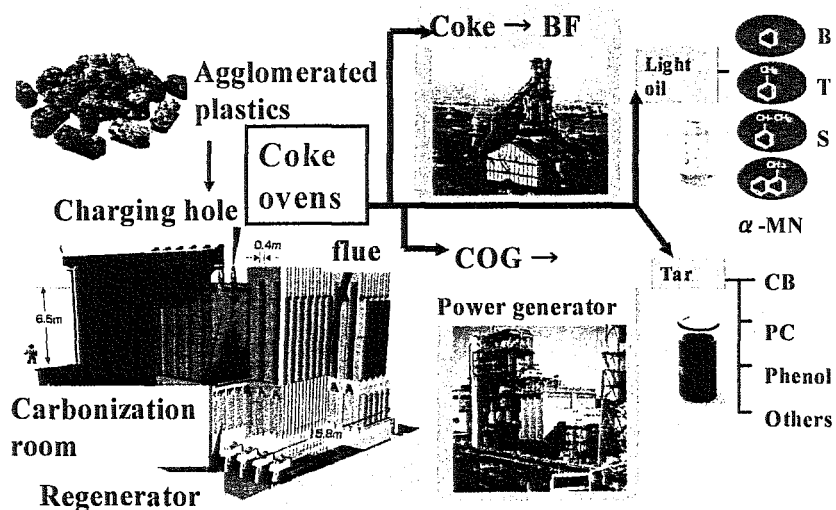


Fig. 7. Waste plastics recycling process using coke ovens.

本研究では、石炭急速加熱技術によるコークス製造技術の検討を行い、具体的な成果として、石炭を急速加熱処理することにより石炭が改質されて石炭の溶融性が向上し、コークス強度が向上するため、従来は多量に使用することが不可能であった非微粘結炭を 50%配合しても、強度の高いコークスを製造可能であることを示した。本研究で得られた知見は、今後の石炭急速加熱による石炭改質技術および新コークス製造技術に大きな影響を及ぼすと考えられる。

また、廃プラスチック利用技術について検討を行った結果、コークス炉を使用して、コークス強度を低下させずに廃プラスチックをリサイクルできることおよび廃プラスチックに含まれる塩素を無害化処理できる技術を示した。本研究で得られた知見は、今後の廃プラスチック利用技術に大きな影響を及ぼすと考えられる。

論文審査結果の要旨

本研究は、NMR 解析技術を石炭構造解析に適用して、コークス製造工程における次世代技術である石炭急速加熱コークス製造技術(SCOPE21)を検討すると同時に、プラスチックの熱分解挙動に着目して、コークス炉を使用した廃プラスチックの化学原料化技術を検討したものである。

第1章では、コークス製造工程が製鉄工程における石炭資源およびエネルギーの有効利用技術の観点から主要な工程であること、そして、石炭資源有効利用技術に関する従来研究の整理を通じて、石炭急速加熱コークス製造技術と廃プラスチック有効利用技術の開発が重要であることを明確にしている。

第2章と第3章では、石炭急速加熱コークス製造技術について、その石炭改質効果、コークス強度向上効果および石炭急速加熱処理によるコークス強度向上メカニズムを石炭の溶融性挙動の観点から解析している。

第2章では、NMR 試験装置を用いた in-situ で石炭の軟化溶融現象を解析する手法を開発し、急速加熱処理が石炭の粘結性に及ぼす影響を解析している。急速加熱処理によって石炭中の mobile 成分量が増加して石炭の溶融性が向上することを示している点に新規性があり、高く評価できる。本研究で示されている NMR による石炭の粘結性評価方法は、今後の石炭構造解析技術の主要技術のひとつになると考えられる。

第3章では、パイロットプラント試験設備を用いて SCOPE21 プロセスの実証試験を行い、石炭急速加熱処理によってコークス強度が向上することを示している。SCOPE21 プロセスにより、従来はコークス製造用の原料として多量に使用することが不可能であった非微粘結炭を 50%配合しても強度の高い高炉用コークスを製造可能であることを実証した点は、高く評価できる。

第4と第5章では、コークス炉を使用した廃プラスチック利用技術について、廃プラスチックの熱分解挙動に着目して、廃プラスチックの添加が石炭の粘結性およびコークス強度に及ぼす影響について解析している。

第4章では、廃プラスチックを石炭に添加してコークス炉で乾留する場合の熱分解挙動に着目して、廃プラスチック添加が石炭の粘結性に及ぼす影響について検討している。さらに、廃プラスチック添加率と粒度がコークス強度に及ぼす影響について検討している。コークス強度低下抑制の観点から添加率の上限は 1%であるが、廃プラスチック嵩密度の上昇により 2%添加率の可能性があること、および、コークス強度低下抑制および実機ハンドリングの観点から適正な廃プラスチック粒度は 25mm であることを示した点は、工業上の成果として評価できる。

第5章では、廃プラスチックを化学原料化としてリサイクルできる技術を開発し、「コークス炉化学原料化法」を実機化している。コークス強度を低下させずに廃プラスチックに含まれる塩素を無害化処理できる廃プラスチックリサイクル技術を示した点は、工業的に高く評価できる。

以上、本研究では、まず石炭急速加熱によるコークス製造技術の検討を行った。具体的な成果として、石炭を急速加熱処理することにより、石炭が改質されて石炭の溶融性が向上しコークス強度が向上するため、従来は多量に使用することが不可能であった非微粘結炭を 50%配合しても強度の高いコークスを製造可能であることを示した。本研究で得られた知見は、今後の石炭急速加熱による石炭改質技術および新コークス製造技術に大きなインパクトを与えたと考えられる。さらに、コークス炉を使用した廃プラスチック利用技術について検討を行った。事前処理した廃プラスチックをコークス炉に装入して、コークス強度を低下させずに廃プラスチックに含まれる塩素を無害化処理できる廃プラスチックリサイクル技術を示した。本研究で得られた知見は、今後の廃プラスチック利用技術に新しい方向性を示したと考えられる。

よって、本論文は博士(環境科学)の学位論文として合格と認める。

